

I-161 橋梁における原寸加工の数値制御（主としてその信頼性について）

川崎重工業(株) 鉄構事業部

正会員 金谷 和久

○正会員 鈴木 誠

正会員 山中 政好

1. まえがき

現行の道路橋示方書では原寸について「工作に着手する前に必要な程度の原寸図を作成し、設計図の不備や工作上の支障がないかどうかを確認するのがよい。」としている。

鋼橋の製作における原寸工程の機能について製作メーカー側から考えた場合、設計図は完成時の形状を表わしたもので、製作時の形状ではないために、原寸工程は設計図の照査機能のほかに、より重要な機能として、製作時のケガキ、加工および組立などの後工程に必要な情報に変換することにあると考えられる。

最近の数値制御（Numerical Control：NC）による工作法は工場生産システムの中に位置づけられており、原寸のNC化は後工程のケガキ、加工のNC化と密接に結びついている。従来は原寸図から定規や型板を写し取り、これをケガキや加工の情報としてきたが、NC化ののちは、紙テープ等の個々の伝達手段を利用することが必要である。したがって従来の原寸とNC化された段階の原寸は自ずと違った形態を示すものである。現行示方書によればこのようなNC工作法についてその妥当性と精度が確認されれば原寸作業を省略してよいとしているが、本文では著者らの開発したシステムについて主としてその信頼性という観点から報告するものである。

2. システムの概要

著者らの開発したシステムはBRID/CAP Systemと総称しており、図-1はそのフローチャート、表

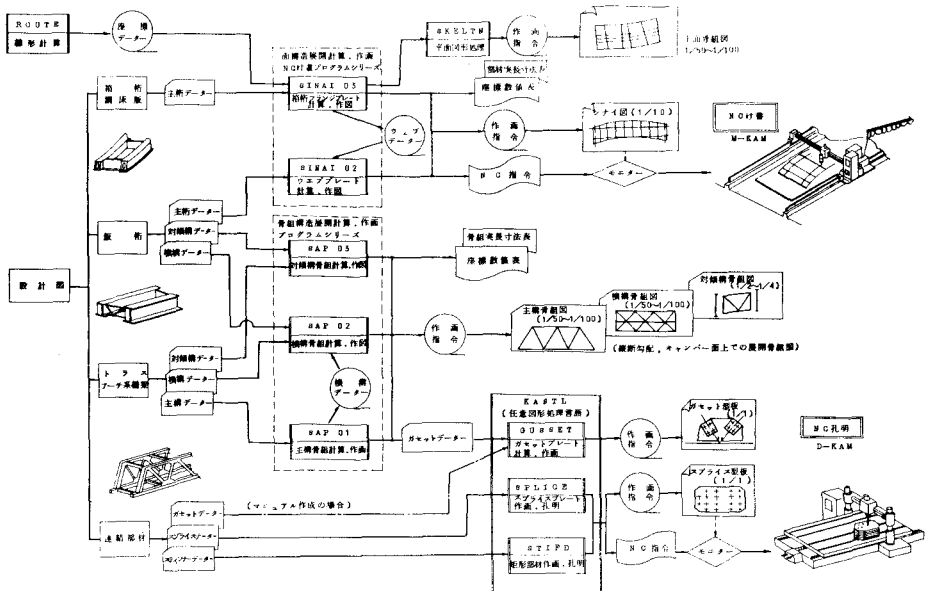


図-1 BRID/CAP SYSTEM

ー1は主なプログラムの機能を示すものである。

このシステムのシステム設計に当っての基本的考え方は、以下のようなものである。

(1) 橋梁構造系を部材レベルに分解したときの部材形状とその加工手順からパターン分類を行う。

(a) 面部材： ケガキ時にX-Y方向について寸法どりする必要のある部材、腹板や箱桁フランジなど。

(b) 線部材： 1方向のみを考慮すればよい部材でトラス、ランガー桁等の主構部材や横構、対傾構部材など。

(c) 連結部材： ガセットプレートやスプライスプレートなど。

(2) (a)、(c)についてNC加工機能を付与する。

(3) 構造形式や形状パターンは頻度の高いものではできるだけ用意するがパターン外のものも処理可能な機能を付与する。(パターン化の方が処理能率が一般によいが類似パターンの派生が生じる。)

(4) 出力結果の可否が容易に判定しうるモニター機能を備える。

以上の考え方からシステムのプログラム構成としては図-1のようにSINAIシリーズ、SAPシリーズおよびKASTLがそれぞれ開発された。

3. モニター機能

NC工作法を採用する場合には入力データの品質保証が最も重要な問題となる。NC装置の精度や信頼性もシステムの信頼性としては重要な要件ではあるが、その装置の有する性能と処理対象の正しい仕様決定に基づけば保証しうる問題である。しかしながら入力データはいずれにしても人的介入を要するものであり、一般的に人的ミスは確率的に発生する可能性を有するもので、システム設計においては簡便かつ適切な照査機能を有するか否かが信頼性を保証しうるか否かの要件となる。

NCシステムでは、一般に紙テープが入力媒体となり、リストや縮尺図、型板は不要のものであるが、紙テープそのものによってはその正しさを判定することは不可能に近い。この場合、縮尺図などは最も有効なものであり、プログラム構成としては図-2のようなモニター構成が不可欠であろう。

BRID/CAPシステムのモニター機能としては座標モニターおよび部材寸法形状モニターを用意している。

(1) 座標値モニター

座標値はキャンパーによる展開計算に際して最も重要なデータであるが、その数値の照合は座標値そのものの照合より、設計図に示された特性値(支間、主桁間隔など)との照合

表-1 プログラムの機能

プログラム名	内 容
SINAI02 ウェブプレート計算、作図 プログラム	合成桁、箱桁等のウェブプレートの展開計算を行ない、座標数値表、シャイ図(1/10縮尺図)およびNC用紙テープを出力します。
SINAI03 箱桁フランジプレート計算 作図プログラム	任意の裏りをする箱桁の展開計算を行ない、そのフランジプレートについて、座標数値表、シャイ図(1/10縮尺図)およびNC用紙テープを出力します。また、ウェブプレートについてはSINAI02への入力データを作成します。
SAP01 トラス、ランガー主構骨組計算 作図プログラム	トラス、ランガー等の主構骨組の展開計算を行ない、部材実長寸法、骨組図(1/50~1/100縮尺図)およびガセットプレートの型製作用入力データカードを作成します。
SAP02 横構骨組計算 作図プログラム	トラス、ランガー等の横構について、骨組計算を行ない、部材実長寸法、骨組図(1/50~1/100縮尺図)およびガセットプレートの型製作用入力データカードを作成します。
SAP03 対傾構骨組計算 作図プログラム	対傾構について骨組計算を行ない、部材実長寸法、骨組図(1/2~1/4縮尺図)およびガセットプレート型製作用入力データカードを出力します。
GUSSSET ガセットプレート計算、 作図プログラム	トラス等の格点ガセット、横構ガセット、対傾構ガセット等ガセットプレートの型板(原尺)を自動作成するプログラムで21種類のパターンを網羅しています。上位プログラムで出力されたカードをそのまま入力として使用します。
SPLICE スプライスプレート作図 孔明プログラム	スプライスプレートの型板(原尺)の自動作成を行なう他に、NC孔明用紙テープを出力します。 5種類のパターンを用意しています。
STIFF 桁部材作図 孔明プログラム	スティフナー等桁部材の型板(原尺)の自動作成を行なう他に、NC孔明用紙テープを出力します。
KASTL 任意図形処理言語	GUSSSET、SPLICEのパターン外に対して使用する目的で作られたプログラムですが、GUSSSET、SPLICEもこの中の1つのサブプログラムとして追加できるようになっており、パートプログラム方式で使われます。

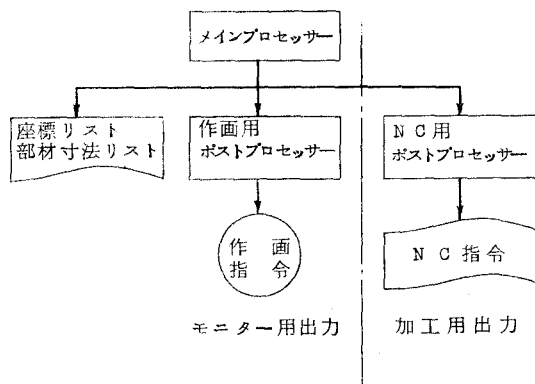


図-2 プログラム構成

が有効であり、このために平面骨組図、主構骨組図、腹板図などの形に自動作画し、それぞれの特性値も自動的に記入した図面と設計図を照合することは簡単に行うことができしかも有効である。

(2) 部材形状寸法モニター

ガセットプレート、スプライスプレートの型板の作画においては、図形の作画に加えて部材幅、軸線結び芯から孔位置までの寸法および孔位置などが記入され、設計図と対照できると同時に軸線角度をも作図出力させることによって、取合部材の配置の確認を容易に行うことができる。これらは型板の機能からすれば不必要な出力も型板の信頼性からは重要な情報となる。

4. NC加工機の概要

(1) NCケガキ機C M-K A M)

写真1はXY同時に軸制御によるNCケガキ機である。このケガキ方法は高速度工具鋼(SKH3)を用いたケガキ針によっている。溶射ケガキ方法をとらなかった理由の主なるものは、ケガキ針による線幅 $0.3 \sim 0.4 \text{ mm}$ に比して溶射ケガキは $1.8 \sim 2.0 \text{ mm}$ になり、次工程精度に大きな影響差があること、多種小量の部材に使われる場合の作動ミス時の対策を考慮したためである。またNCガス切断機をとらなかった理由の主なるものは、ケガキ方式では $2 \sim 3 \text{ m/分}$ に比して現状の切断方式では $0.20 \sim 0.30 \text{ m/分}$ であり、能率の差があること、橋梁のように比較的薄板(腹板の場合 $9 \text{ mm} \sim 14 \text{ mm}$)を加工する時、切断入熱による変形と溶断途中の中断に対するリカバリーに装置的にも経済的にも難点があり、直接的にガス切断に結びつけることを避けたものである。このケガキ機により現在までに約800枚のケガキを行なったが、約100枚のサンプリング結果では総合精度で $\pm 0.5 \text{ mm}$ 以内に保証しており、従来の墨糸によるケガキに比べ精度の面でもかなりの向上を示している。

(2) NC孔明機(D-K A M)

橋梁における現場継手部の孔精度は特に仮組立時に整孔を行なわない製作方法を採用する場合はきわめて重要なものとなる。これを保証するために従来はブッシュ付種板を別途製作しこれにより添接部材のあてもみを行なっていたが、継手形状が必ずしも標準化されないために軽用できず、また高価でないために、高精度を保証する(最終位置ぎめ精度 $\pm 0.1 \text{ mm}$)NC孔明機を開発し、種板を不要にする方向に向っている。

5. あとがき

工場生産システムにNC加工機を導入する場合、システム全体の効率を高める検討が加えられなければならない。NC機の効用と設備費用とはほぼ比例するものであり、工程の1ステージのみの能率が向上したとしても全体的に能率が向上するものでもない。またNC機の導入は入力情報のソフトウェアの開発と実施段階の保証体制が先行して確立されなければならないものである。著者らは現在開発したシステムがすべて完成されたものとの認識必ずしももっていないが、ここにこれを紹介し批判をえて今後に期したいと思う。

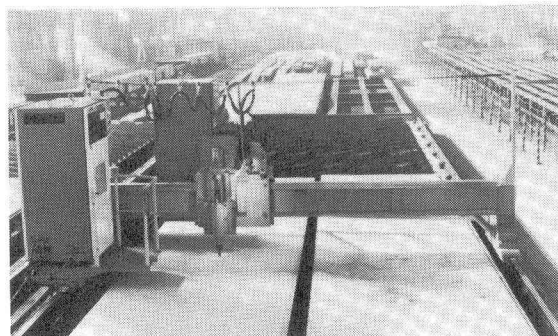


写真 - 1

NCケガキ機(M-K A M)